

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-253073

(43)Date of publication of application : 18.09.2001

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16

(21)Application number : 2000-069426

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 13.03.2000

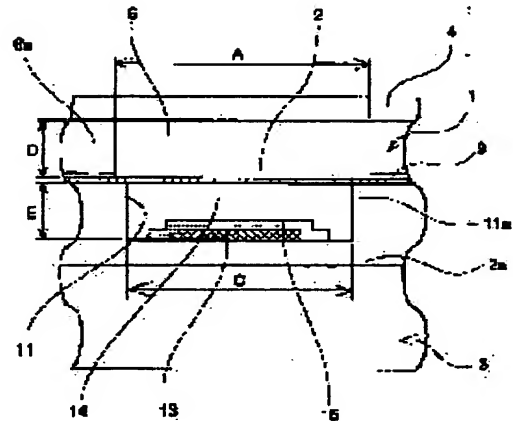
(72)Inventor : YAMAGUCHI KIYOSHI

(54) LIQUID DROP EJECTING HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid drop ejecting head wherein variation of each of parameters of a thickness, a length of a short side and a gap of a diaphragm that may cause variation of a displacement position of the diaphragm is reduced in order to obtain a stable liquid drop ejection characteristic by suppressing variation of the ejection characteristic among channels in an electrostatic type ink jet head, thereby reducing the variation of the liquid ejection characteristic.

SOLUTION: A width (A) of a pressure generating chamber 6 in a short side direction of the diaphragm formed on a liquid chamber substrate 1 is shorter than a length (C) of a short side of a displaceable region of the diaphragm 2 that forms a wall of the pressure generating chamber and doubles as a first electrode.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.06.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-253073
(P2001-253073A)

(43) 公開日 平成13年9月18日 (2001.9.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
B 4 1 J	2/045	B 4 1 J	3/04
	2/055		1 0 3 A
	2/16		2 C 0 5 7
			1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-69426 (P2000-69426)

(22) 出願日 平成12年3月13日 (2000.3.13)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 山口 清

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(74) 代理人 230100631

弁護士 稲元 富保

Fターム (参考) 20057 AF93 AG05 AG12 AG54 AG55

AP02 AP14 AP26 AP28 AP34

AP52 AP53 AP56 AP77 AQ01

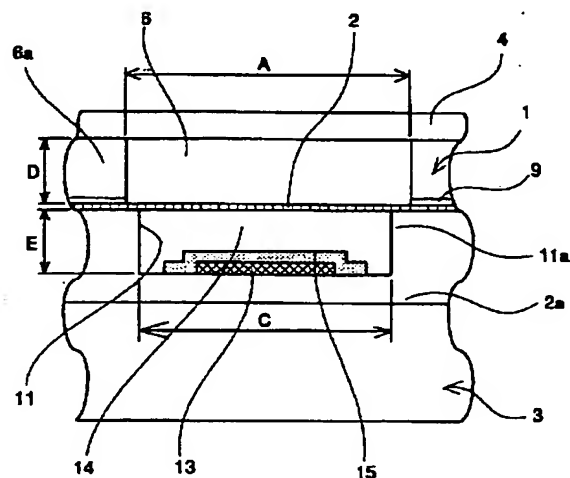
AQ02 AQ06 BA03 BA15

(54) 【発明の名称】 液滴吐出ヘッド

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 静電型インクジェットヘッドにおいて、チャンネル間の噴射特性のばらつきを抑えて安定した液滴噴射特性を得るために、振動板の変位置のばらつきの要因である、振動板厚さ、振動板短辺長、ギャップ等の振動板のパラメータのばらつきを小さくした、液滴噴射特性のばらつきの少ない液滴吐出ヘッドの提供。

【解決手段】 液室基板1に形成した圧力発生室6の振動板短手方向の幅Aよりも、圧力発生室の壁面を形成し第一電極を兼ねる振動板2の変形可能領域の短辺長Cを短くした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する圧力発生室と、この圧力発生室の壁面を形成し、第一電極を設け、又は第一電極を兼ねる振動板と、この振動板に対向する第二電極とを備え、前記振動板を静電力により変形させることで前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板の変形可能領域の短辺長が前記圧力発生室の振動板短手方向の幅よりも短いことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項2】 請求項1に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記第二電極を設ける第二基板に形成した凹部で前記振動板の変形可能領域の短辺長を規定していることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項3】 請求項1に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板と第二電極との間のギャップ長を規定するスペーサ部材で前記振動板の変形可能領域の短辺長を規定していることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項4】 請求項1に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記圧力発生室及び振動板を形成する基板に設けた凹部の幅で前記振動板の変位可能領域の短辺長を規定していることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記圧力発生室をシリコン基板の異方性エッチングで形成していることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記圧力発生室の振動板短手方向の長さが前記振動板の変位可能領域の短辺長より0.7 μm 以上長いことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は液滴吐出ヘッドに関し、特に静電型液滴吐出ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】 プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ等の画像記録装置（画像形成装置）として用いるインクジェット記録装置において使用するインクジェットヘッドは、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する圧力発生室（液室、吐入室、圧力室、加圧液室、インク流路等とも称される。）と、この圧力発生室内のインクを加圧するエネルギーを発生するエネルギー発生手段（アクチュエータ）とを備えて、アクチュエータを駆動することで液室内インクを加圧してノズルからインク滴を吐出させる。

【0003】 従来のインクジェットヘッドとしては、例えば特開平2-289351号公報に記載されているように、Siからなる液室の一部を形成する振動板と、この振動板に対向して配置された液室外の個別電極とを備え、振動板と電極との間に電界を印加することで発生する静電力により振動板を変形させて、液室内の圧力/体

積を変化させることによりノズルからインク滴を吐出させる静電型のものが提案されている。

【0004】 このような静電型インクジェットヘッドにおいては、簡単なプロセスで高密度に液室を形成する方法として、マイクロマシニングの分野において技術が確立されている単結晶Siの異方性ウェットエッチング、特に垂直壁が形成可能な結晶面方位（110）のSi基板を液室基板に用いるようにしている。

【0005】 この結晶面方位（110）のシリコン基板を液室基板に用いた従来の静電型インクジェットヘッドは、図10に示すように、第一基板101に深さDの圧力発生室102及びこの圧力発生室102の壁面となる第一電極を兼ねる振動板103を形成する凹部をエッチングで形成し、この第一基板101の下側に第二基板104を接合し、この電極基板104には深さEの凹部105を形成して、この凹部105底面に振動板103にギャップ106を介して対向する幅Bの第二電極107を設けている。なお、第二電極107は絶縁膜108にて被覆している。

【0006】 同図から分かるように、従来のインクジェットヘッドにおいては、圧力発生室102の振動板短手方向の幅（以下単に「幅」という。）Aよりも第二電極107の幅Bが大きく、したがってまた、圧力発生室102の幅Aよりも第二基板104に形成した凹部（溝）105の幅（ギャップ106の幅に同じ）Cが大きい。これにより、圧力発生室102の壁面を形成する振動板103は全体が変位可能領域となってその短辺長は圧力発生室102の幅Aと同じになる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、静電型インクジェットヘッドにおいて、振動板の変位量 δ は、構造的には振動板厚さ、振動板短辺長、ギャップの関数となっている。したがって、チャンネル間の噴射特性のばらつきを抑えて安定的した液滴噴射特性を得るためには、これらの振動板のパラメータのばらつきを小さくすることが重要になってくる。

【0008】 ところで、上述した従来のインクジェットヘッドにあっては、振動板の両端は圧力発生室を形成する第一基板に固定されており、振動板の短辺長は圧力発生室の幅Aと一致する。この圧力発生室はインク流路の一部でもあるため、高さ（深さ）Dをあまり小さくすることができないので、圧力発生室の形成には、例えば第二電極を設ける第二基板の凹部を形成する場合と比較して、深堀のエッチングを行わなければならない。

【0009】 ここで、一般的には、エッチング幅のばらつきは、エッチング深さに対してほぼ単調増加の関係を示す。そのため、第一基板に形成する高さDが高い圧力発生室の幅（液室幅）Aのばらつきを抑えることは困難である。

【0010】 また、圧力発生室は、シリコン基板の異方

性エッチングで形成しているが、このエッチングで垂直な隔壁を形成するためには、結晶面方位(110)のシリコン基板を用いて、更にパターンを結晶軸に対して、正確に位置あわせする必要がある、この位置あわせがずれると、マスクパターンに対する仕上がり寸法のズレが大きくなる。ところが、フォトリソの段階で結晶軸を正確に特定することはきわめて難しく、圧力発生室の幅Aのばらつきを抑制することには限界がある。

【0011】この圧力発生室の幅Aのばらつきは振動板の短辺長のばらつきになるため、噴射特性のばらつきが大きくなり、安定した噴射特性を得られなくなるという課題がある。

【0012】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、液滴噴射特性のばらつきの少ない液滴吐出ヘッドを提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係る液滴吐出ヘッドは、振動板の変形可能領域の短辺長が圧力発生室の振動板短手方向の幅よりも短い構成としたものである。

【0014】ここで、第二電極を設ける第二基板に形成した凹部で振動板の変形可能領域の短辺長を規定することができる。また、振動板と第二電極との間のギャップ長を規定するスペーサ部材で振動板の変形可能領域の短辺長を規定することができる。さらに、圧力発生室及び振動板を形成する基板に設けた凹部の幅で振動板の変位可能領域の短辺長を規定することができる。

【0015】これらの液滴吐出ヘッドにおいて、圧力発生室をシリコン基板の異方性エッチングで形成することが好ましい。また、圧力発生室の振動板短手方向の長さを振動板の変位可能領域の短辺長より0.7μm以上長くすることが好ましい。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照して説明する。図1は本発明の第1実施形態に係る液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドの外観斜視説明図、図2は同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図、図3は同ヘッドの振動板短手方向の要部拡大断面説明図、図4は同ヘッドの要部拡大平面説明図である。

【0017】このインクジェットヘッドは、第一基板である液室基板1と、この液室基板1に設けた振動板2と、この振動板2の下側に設けた第二基板である電極基板3と、液室基板1の上側に設けたノズル板4とを備え、複数のノズル5、各ノズル5が連通する圧力発生室6、圧力発生室6に流体抵抗部7を介してインクを供給するための共通液室8などを有している。

【0018】液室基板1には、圧力発生室6を形成する貫通穴、共通液室8を形成する貫通穴などを形成している。そして、この液室基板1の下面には圧力発生室6の

壁面の一部をなし、第一電極を兼ねる振動板2を接合している。なお、ここでは振動板2自体が第一電極を兼ねているが、振動板2の電極基板3側表面に第一電極を形成することもできる。

【0019】ここで、液室基板1は、p型若しくはn型にドーズされた結晶面方位(110)のシリコン単結晶基板をKOH水溶液などの強アルカリ性エッチング液で異方性エッチングして垂直壁を有する圧力発生室6などの所望の微細な液室パターンを形成したものである。ここではSOI基板の上側のシリコン基板を液室基板1とし、シリコン酸化膜9をエッチングストップ層とし、下側のシリコン基板を振動板2に用いている。

【0020】なお、振動板2は、上述したようにp型又はn型にドーズされたSOI基板のシリコン基板を用いて形成しているが、Si基板やセラミック基板上にCVDやスパッタリングなどの薄膜形成プロセスによって形成されたSiエピタキシャル層/多結晶膜、または金属薄膜、セラミック薄膜などであってもよい。液室基板1もシリコンやセラミックだけでなく、微細加工が可能で液室としての剛性が得られるのであれば、樹脂やSUSなど金属を液室部材の一部として用いることもできる。

【0021】電極基板3は、n型又はp型の単結晶シリコン基板を用いており、この単結晶シリコン基板に熱酸化法などで酸化層(SiO₂層)3aを形成し、この酸化シリコン層3aに凹部(溝部)11を形成して、この凹部11の底面に沿って振動板2に対向する第二電極13を設け、振動板2と第二電極13との間にギャップ14を形成し、振動板2と第二電極13とによってアクチュエータを構成している。この第二電極13は図2に示すように液室基板1より外方に延設して外部駆動回路に接続したFPCケーブル等の接続手段と接続するための電極パッド部13aとしている。

【0022】なお、第二電極13表面にはSiO₂膜などの酸化膜系絶縁膜、Si₃N₄膜などの窒化膜系絶縁膜からなる電極保護膜15を成膜しているが、振動板2の第二電極13側表面に絶縁膜を形成することもできる。また、電極基板3としてシリコン基板以外にも、ガラス基板、セラミック基板等の絶縁物基板を用いることもできる。

【0023】また、電極13は、反応性スパッタ法、CVD法などによって形成できるチタン、タングステン、タルタン等の金属とその窒化物、化合物等の高融点金属、好ましくは窒化チタン、或いはP型又はN型の不純物原子を含むシリコンなどを用いることができる。

【0024】ここで、液室基板1で形成する圧力発生室6の幅Aは液室間隔壁6aの間隔で規定される。また、振動板2は電極基板3に接合しているため、振動板2に変位可能領域の短辺長は第二電極13を設ける凹部(溝部)11の幅C(これは凹部間隔壁11aの間隔であり、またギャップ14となる空間の振動板短手方向の長

さでもある。)で規定される。そこで、圧力発生室6の幅Aよりも電極基板3の凹部11の幅Cを小さくすることにより、振動板2の変形可能領域の短辺長Cが圧力発生室6の振動板短手方向の幅Aよりも短くなる($C < A$)ようにしている。

【0025】これらの振動板2を有する液室基板1と電極基板3とは陽極接合、直接接合、共晶接合などのプロセスで接合することができる。

【0026】ノズル板4は、シリコン基板からなり、ノズル5となる溝、流体抵抗部7となる溝、及び共通液室8に外部からインクを供給するためのインク供給穴18を形成している。なお、ノズル板4は、NiやSUSなどの金属板、セラミックス、ガラス、或いは樹脂などを用いることもできる。

【0027】このように構成したインクジェットヘッドにおいては、振動板2と第二電極13との間に駆動波形を印加することにより、振動板2と第二電極13との間に静電力(静電吸引力)が発生して、この静電力により振動板2が第二電極13側に変形変位する。これにより、圧力発生室6の内容積が拡張されて内圧が下がるため、流体抵抗部7を介して共通液室8から圧力発生室6にインクが充填される。

【0028】次いで、振動板2と第二電極13との間への電圧印加を断つと、静電力が作用しなくなり、振動板2はそれ自身のもつ弾性によって復元する。この動作に伴い圧力発生室6の内圧が上昇し、ノズル5からインク滴が吐出される。再び電極に電圧を印加すると、再び静電吸引力によって振動板は電極側に引き込まれる。なお、振動板2を第二電極13(実際には絶縁保護膜15表面)に当接するまで変位させる方式を当接駆動方式、振動板2を第二電極13に当接させない位置まで変位させる方式を非当接駆動方式と称し、いずれの方式でも駆動することができる。

【0029】ここで、固体振動板を面屈曲振動させてインク滴を吐出させる静電型インクジェットヘッドにおいて、振動板の厚さを t 、振動板の固定端の短辺長を a 、静電実効ギャップを h 、ギャップ(振動板-電極間)への印加電圧を V としたとき、振動板の変位(振動変位)は δ は、短辺長 a の4乗、印加電圧 V の2乗に比例し、実効ギャップ h の2乗、振動板厚さ t の3乗に反比例することが知られている。したがって、振動板2の短辺長のばらつきを低減することが滴吐出特性のばらつきを低減につながる。

【0030】ところで、圧力発生室6の高さ D を低くすると、流体抵抗値が増加し、吐出効率が低下することから、圧力発生室6の高さ D は $100\mu\text{m}$ 以上にすることが好ましく、そのため、液室基板1に異方性エッチングで圧力発生室6を形成する場合には、深さ $100\mu\text{m}$ 以上のエッチングが必要となる。ところが、前述したように、一般的にエッチング幅のばらつきは、エッチング深

さに対してほぼ単調増加の関係を示し、特に $100\mu\text{m}$ を超えるような深堀のエッチングでは圧力発生室6の幅Aのばらつきを抑えることが困難になる。

【0031】圧力発生室6をシリコン基板の異方性エッチングで形成するときに、垂直な隔壁(壁面)を形成するためには、パターンを結晶軸に対して、正確に位置あわせする必要があるが、この位置あわせがずれると、マスクパターンに対する仕上がり寸法のズレが大きくなる。しかし、フォトリソの段階で結晶軸を正確に特定することはきわめて難しく、この点からも圧力発生室6の幅Aのばらつきを抑制することには困難である。そのため、量産工程で圧力発生室6の幅Aのばらつきを $\pm 1\mu\text{m}$ 以内に抑えることは難しかった。

【0032】そこで、このインクジェットヘッドでは、液室基板1で形成する圧力発生室6の幅Aを電極基板3の凹部11の幅Cよりも長く($A < C$)することで、振動板2の変形可能領域の短辺長を電極基板3の凹部11の幅Cで規定している。

【0033】この電極基板3に形成する凹部11の深さ E は $1\mu\text{m}$ 程度と極めて浅く、更に異方性エッチングを用いる必要もないため、サイドエッチング量をほぼ一定に管理することができる。したがって、凹部11の幅Cのばらつきは、 $\pm 0.1\mu\text{m}$ を超えないレベルまで低減することができる。これにより、振動板2の変位可能領域の短辺長のばらつきが極めて小さくなり、吐出特性のばらつきを少ないヘッドを得ることができる。

【0034】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの製造工程について図5及び図6を参照して説明する。まず、図5(a)に示すように、電極基板3となるシリコン基板60の表面に熱酸化を用いて電極基板3の酸化層3aとなるシリコン酸化膜61を形成する。次に、同図(b)に示すように、このシリコン酸化膜61をウェットエッチングを用いて $1\mu\text{m}$ 程度エッチングして、凹部(溝)11を形成する。次いで、同図(c)に示すように、全面にTiNを成膜した後にパターニングを行って第二電極13を形成し、更に全面にシリコン酸化膜を成膜した後パターニングを行って絶縁保護膜(電極保護層)15を形成して、同図する。

【0035】その後、同図(d)に示すように、振動板2となるシリコン層65、エッチングストップ層となる酸化膜層67が形成されている液室基板1となるSOI基板であるシリコン基板66を、シリコン酸化膜直接接合によって電極基板2であるシリコン基板60のシリコン酸化膜61上に接合する。

【0036】そして、図6(a)に示すように、シリコン基板66を厚さが $100\mu\text{m}$ 程度になるまで研磨した後、同図(b)に示すように、全面にシリコン酸化膜を成膜して、圧力発生室6、流体抵抗部7及び共通液室8などに対応するパターニングを行ってパターン71を形成する。

【0037】このときパターン71は、凹部11に対して正確に位置合わせする必要があるが、シリコン基板66及び振動板2があるため、通常の可視光では、位置合わせをすることができない。そこで、この位置合わせには、シリコンのバンドギャップに相当か若しくはそれ以上の波長を持つ赤外光を用いる。また、このとき圧力発生室6の振動板短手方向の幅Aは凹部11の振動板短手方向の幅Cに対して大きく、ここでは、 $1\mu\text{m}$ 大きくしている。

【0038】その後、同図(c)に示すように、KOHを用いてシリコン基板66をエッチングストップ層67まで異方性エッチングし、さらにフッ酸系のエッチャントを用いてエッチングストップ層67を除去し、更にリン酸系のエッチャントでシリコン窒化膜のパターン71を除去する。次いで、同図(d)に示すように、液室基板1であるシリコン基板66上にノズル板4を接合する。

【0039】この製造工程においては、前述したように圧力発生室6のパターンと凹部11の位置合わせには、赤外光を用いている。このため、可視光を用いる場合に比べ画像の分解能が悪く、位置合わせ精度が低下する。もし、ここで位置ズレによって圧力発生室6間の隔壁6aが凹部11の内側に位置するようになると、振動板2の変形可能領域が狭くなり、実質的に振動板2の幅が短くなる。

【0040】そこで、位置合わせの際には、圧力発生室間隔壁6aが確実に凹部11の外側に位置するようにする必要がある。通常の画像処理技術等を利用することにより、波長の $1/4$ 程度の位置合わせ余裕があれば、位置合わせが可能である。このため、幅Aに対する幅Cの差分を $0.7\mu\text{m}$ 以上とすることによって、確実に隔壁6aが凹部11の外側に位置するようにすることが可能となる。

【0041】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの第2実施形態について図7を参照して説明する。このインクジェットヘッドは、ガラス基板で電極基板23を形成したものであり、この電極基板2は絶縁性を有しているので、凹部11は直接電極基板23に形成できる。

【0042】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの第3実施形態について図8を参照して説明する。このインクジェットヘッドは、シリコン基板に振動板を形成する領域に高濃度P⁺拡散層或いは高濃度ボロン拡散層を形成し、この高濃度P⁺拡散層或いはボロン拡散層をエッチストップ層としてシリコン基板の異方性エッチングを行うことで、不純物拡散層からなる振動板32を有する液室基板31を形成したものである。

【0043】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの第4実施形態について図9を参照して説明する。このインクジェットヘッドは、シリコン基板の両側から圧力発生室6を形成する凹部とともに、第二電極13と振動

板42とのギャップ14を形成するための凹部44を形成した液室基板42を形成し、この液室基板41に、第二電極13を形成した平坦面を有する電極基板43を接合したものである。したがって、このヘッドにおいては液室基板31の凹部33で振動板32の短手方向の変位可能長さが規定される。

【0044】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの第5実施形態について図9を参照して説明する。このインクジェットヘッドは、圧力発生室6及び振動板32を有する液室基板31と第二電極13を設けた平坦面の電極基板43との間に、振動板42と第二電極13とのギャップ14を形成するためのスペーサ部材51を設けたものである。したがって、このヘッドにおいてはスペーサ部材51の幅で振動板32の変位可能領域の短辺長が規定される。

【0045】なお、上記各実施形態においては、振動板の変位方向とインク滴吐出方向が直交するエッジシュータ方式のインクジェットヘッドに適用した例で説明したが、振動板の変位方向とインク滴吐出方向が同じになるサイドシュータ方式のインクジェットヘッドにも適用できる。また、インクジェットヘッドに限らず液体レジスト等の液体を吐出させる液滴吐出ヘッドにも適用できる。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、振動板の変形可能領域の短辺長が圧力発生室の振動板短手方向の幅よりも短い構成としたので、振動板の変形のばらつきが低減し、液滴吐出特性のばらつきが低減する。

【0047】ここで、第二電極を設ける第二基板に形成した凹部で振動板の変形可能領域の短辺長を規定することで、簡単な構造で液滴吐出特性のばらつきの少ないヘッドを構成することができる。また、振動板と第二電極との間のギャップ長を規定するスペーサ部材で振動板の変形可能領域の短辺長を規定することでも、簡単な構造で液滴吐出特性のばらつきの少ないヘッドを構成することができる。さらに、圧力発生室及び振動板を形成する基板に設けた凹部の幅で振動板の変位可能領域の短辺長を規定することでも、簡単な構造で液滴吐出特性のばらつきの少ないヘッドを構成することができる。

【0048】これらの液滴吐出ヘッドにおいて、圧力発生室をシリコン基板の異方性エッチングで形成することにより、簡単な工程で振動板を有する基板を形成することができる。また、圧力発生室の振動板短手方向の長さを振動板の変位可能領域の短辺長より $0.7\mu\text{m}$ 以上長くすることにより、圧力発生室を形成した基板と振動板の短辺長を規制する部材との位置合せが容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係るインクジェットヘッドの外観斜視説明図

【図2】同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図

【図3】同ヘッドの振動板短手方向の要部拡大断面説明図

【図4】同ヘッドの要部拡大平面説明図

【図5】同ヘッドの製造工程を説明す説明図

【図6】同ヘッドの製造工程を説明す説明図

【図7】本発明の第2実施形態に係るインクジェットヘッドの要部拡大断面説明図

【図8】本発明の第3実施形態に係るインクジェットヘッドの要部拡大断面説明図

* 【図9】本発明の第4実施形態に係るインクジェットヘッドの要部拡大断面説明図

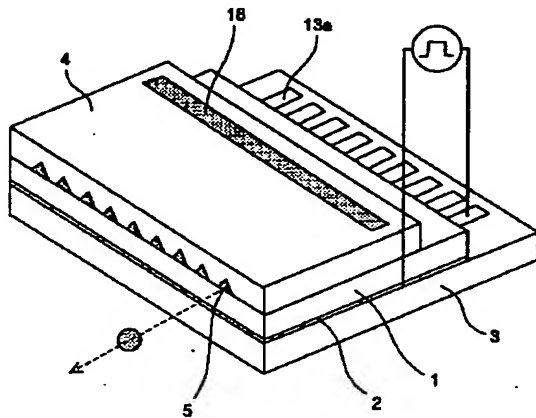
【図10】本発明の第5実施形態に係るインクジェットヘッドの要部拡大断面説明図

【図11】従来のインクジェットヘッドの振動板短手方向の要部拡大断面説明図

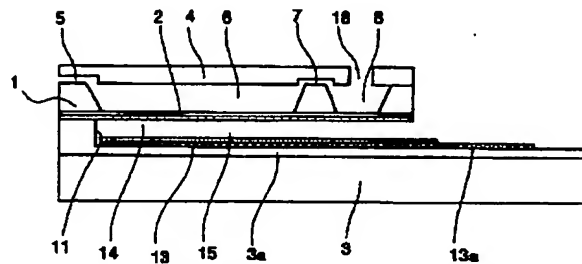
【符号の説明】

1…液室基板、2…振動板、3…電極基板、4…ノズル板、5…ノズル、6…圧力発生室、11…凹部、13…第二電極、14…ギャップ、51…スペーサ部材。

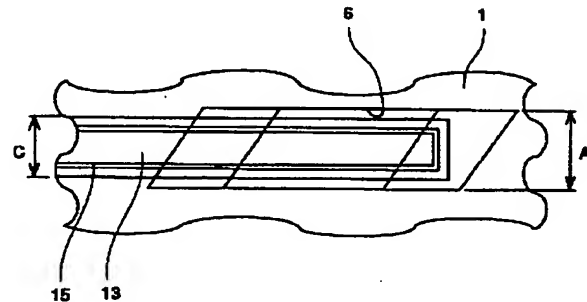
【図1】



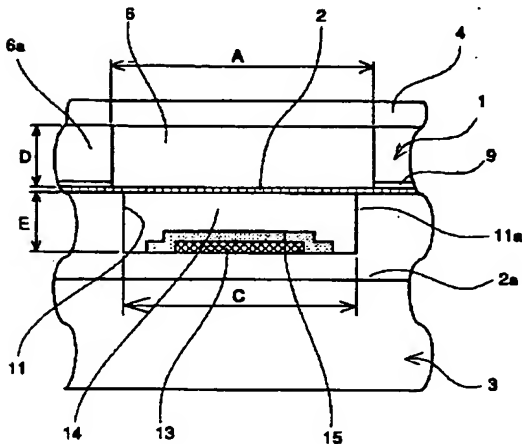
【図2】



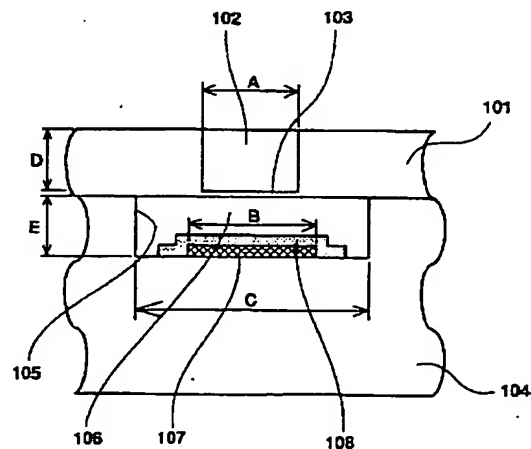
【図4】



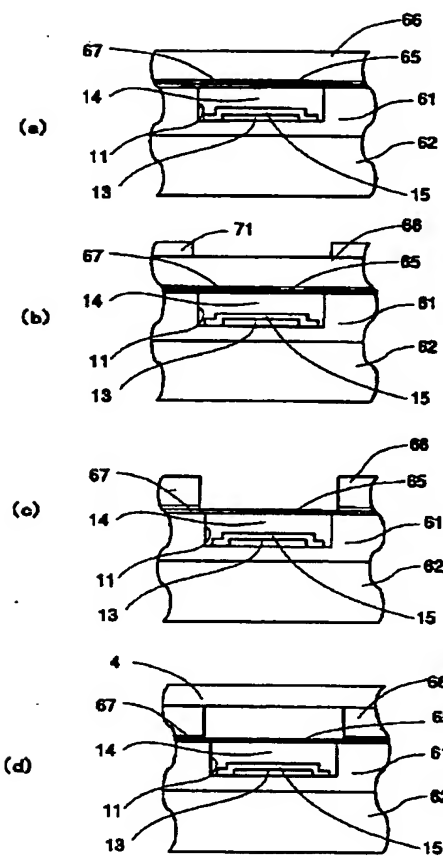
【図3】



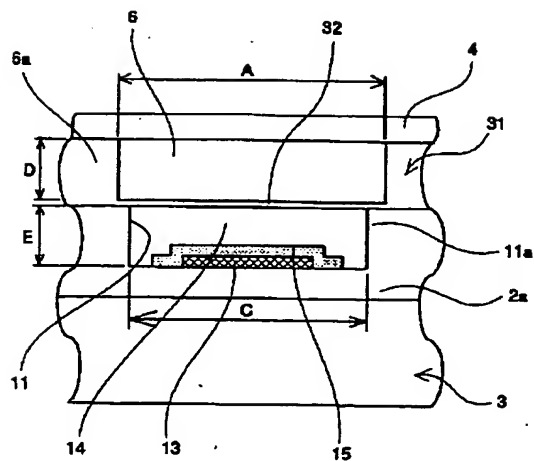
【図11】



【図 6】



【图 8】



【図 10】

